PRESENTED BY
PROF. D. H. F. RUTTALL.

13

Prof. L. PAGLIANI

TEMPERATURA

NELLE

MASSE ACQUEE DEL MARE

e dei laghi naturali ed artificiali

Con tre figure

TORINO
Tip. Lit. Camilla e Bertolero di N. Bertolero
18 — Via Ospedale — 18

1900

Prof. L. PAGLIANI

TEMPERATURA

NELLE

MASSE ACQUEE DEL MARE

e dei laghi naturali ed artificiali

Con tre figure

TORINO
Tip. Lit. Camilla e Bertolero di N. Bertolero
18 — Via Ospedale — 18

1900

Estratto dalla Rivista *L'Ingegnere Igienista*
Anno I, N. 18, 15 settembre 1900.

Per le indagini sulle condizioni climatiche locali e per molte questioni che interessano l'igiene pubblica, può essere di rilevante valore il conoscere la temperatura dell'acqua dei bacini marini e dei lacustri, nonchè le cause che la fanno variare in condizioni diverse di luogo, di tempo e di profondità delle raccolte stesse.

Le notizie in riguardo non sono molto estese, specialmente per quanto riflette la temperatura delle raccolte lacustri a diverse altezze sul mare e dei laghi artificiali. In questa breve trattazione, che io ne farò, mi propongo di riportare i dati principali che si hanno negli annali scientifici sull'argomento, aggiungendovi quelli che io stesso ho potuto raccogliere.

a) *Influenza del calore esterno sulle raccolte di acqua.* — In confronto colla massa solida della superficie terracquea del nostro pianeta, noi dobbiamo attenderci, a *priori*, a differenze molto rilevanti nel modo di essere sentita l'influenza dei raggi solari da parte delle masse liquide.

Anzitutto, il calore che, ricevuto dalla superficie, penetra in queste masse liquide, non procede così regolarmente verso gli strati più profondi, come nel suolo, per darvi le variazioni di temperatura che successivamente in questo riscontriamo.

In una massa liquida, ove pure lo specchio d'acqua non fosse agitato da movimenti di onda, per cui i diversi strati superficiali e i più o meno profondi si rimescolano fra loro, avverrebbe pur sempre che, se per la conducibilità calorifica od altra ragione divengono per poco più caldi questi ultimi, essi risalgono alla superficie per ragione di equilibrio, e sono sostituiti dai più freddi soprastanti.

Una sola eccezione si ha a questa legge, quando la temperatura di una raccolta di acqua dolce è fra 0° e 4°: in questo caso, poichè la densità dell'acqua cresce colla temperatura, si possono avere gli strati più caldi in basso ed i più freddi alla superficie.

Questa eccezione non si verifica nel mare, perchè la densità dell'acqua marina è determinata dalla ricchezza maggiore o minore in sali.

Il grado della temperatura che si riscontra alla superficie dei bacini acquei e, man mano, negli strati sottostanti, in diversi tempi e luoghi, dipende ancora da molte condizioni speciali e, in particolar modo, dalla capacità calorifica, dal potere assorbente e dalla conducibilità per il calore dell'acqua, dalla latitudine e altitudine a cui si trovano le raccolte liquide, dalla stagione, dall'ora della giornata, dai venti dominanti, dalle correnti superficiali e profonde, dallo stato di tranquillità e movimento in cui la massa d'acqua è mantenuta.

L'acqua si riscalda più lentamente dell'aria, perchè ha capacità calorifica molto più alta e minor potere di assorbimento, mentre, per di più, perde anche parte del calore ricevuto per l'evaporazione; essa si raffredda pure più lentamente.

b) *Temperature della superficie delle raccolte di acqua.* — Come alla superficie del suolo, così a quella delle raccolte acquee, in generale si nota una temperatura media più alta che negli strati d'aria immediatamente soprastanti, essendo la differenza di circa 1°.

Questo fatto fu dimostrato con numerose osservazioni, specialmente per i grandi oceani aperti, fra i 50 gradi di latitudine nord e sud.

La cosa cambia però per effetto di correnti fredde in più diretta comunicazione con i mari di ghiaccio, presso i poli.

Toynbee, che raccolse 25.000 osservazioni sul Mar del Nord, trovò che l'acqua del mare vi è più fredda dell'aria in estate, più calda in autunno, e di temperatura pressochè eguale in primavera.

Per la temperatura superficiale del mare si sono misurati dei massimi fino a 31° e 34° (Mar Rosso) e dei minimi scendenti a — 2°,8 a 65° di latitudine meridionale, od anche più bassi, fino a raggiungere — 3°,6, punto medio di congelazione dell'acqua marina. Fra le temperature medie si hanno le più alte di 28° fra Cajenna e Fara (America Meridionale), e di poco inferiori nel Mar Rosso e nei golfi Persico e del Messico.

Le stagioni e le ore del giorno, in ragione dell'influenza più immediata e prolungata dei raggi solari, dànno differenze variamente sensibili.

La massima temperatura annuale si riscontra, nel mare, verso il termine dell'estate, e la minima, pure in ritardo, sul fine dell'inverno, in febbraio.

Le variazioni medie annue sono però assai piccole sotto l'Equatore, e crescono colla latitudine, arrivando a circa 5° nel Mar del Nord.

A Lisbona, la differenza fra le medie di gennaio e di luglio fu di soli 6°.

Variazioni assai minori si hanno fra il mattino e la sera, avendosi in ampio mare appena qualche decimo di grado, e, sulle coste o dove il mare è poco profondo, e in estate, uno o due gradi in più la sera.

Si hanno dunque escursioni sulla scala termometrica, annuali e diurne, di gran lunga più piccole per le grandi raccolte acquee marine, che per la superficie solida dei continenti e per l'atmosfera.

Nei bacini acquei minori, laghi naturali ed artificiali, paludi, ecc., si osservano differenze nella temperatura della superficie assai marcate, in rapporto all'altitudine e alla stagione; meno per le varie ore del giorno, specie quando lo strato d'acqua è alquanto forte.

Per quanto riguarda l'*altitudine*, ho raccolto, col concorso di colleghi, una serie di dati, presi presso a poco nella stessa epoca dell'anno e riferentisi tutti a laghi alpini aventi emissario: a questi dati ne unisco, nella seguente tabella, ancora alcuni da altri già registrati per laghi prealpini, e quelli da me pure osservati per laghi artificiali nell'anno passato.

	Temp. aria	Temp. acqua	Epoca
Lago di Viana (Valle di Viù), a m. 2250 s. m.	13°,5	12°,5	14 agosto, ore 9,50
Lago della Viana Superiore (Valle di Viù), a m. 2320 s. m. . . .	15°,0	12°,5	id. id. 12
Lago Grande (Bacino d'Ovarda), a m. 2225 s. m.	12°,5	12°,2	id. id. 14
Lago Bleu (Bacino d'Ovarda), a m. 2175 s. m.	11°,2	11°,5	id. id. 14,50
Lago di Valle Scura (Valle del Gesso), a m. 2260 s. m.	17°	12°	28 luglio id. 11
Lago della Vacca (Valle del Sabbione), a m. 2060 s. m. . . .	17°	10°	26 id. id. 15
Lago Bianco (Alpe Veglia, Monte Leone), a m. 2060 s. m. . . .	15°	12°	18 agosto id. 16
Lago Davino (Monte Leone), a m. 2234 s. m.	10°	11°,5	19 id. id. 9
Id. id. id.	14°	12°	id. id. 15
Lago artif. super. del Gorzente (Appennino Ligure), a m. 630 s. m.	22°	20°,5	1 sett. id. 16
Lago artif. infer. del Gorzente (Appennino Ligure), a m. 608 s. m.	22°	21°	id. id. 14
Lago di Lucerna, a m. 437 s. m.	—	18°,1	settembre
Lago Lemano a m. 375 s. m.	—	14°,9	id.
Lago di Orta a m. 290 s. m.	19°	22°	id.
Lago di Lugano a m. 266 s. m.	—	21°,5	8 id.
Lago Maggiore a m. 194 s. m.	—	22°	4 id.
Lago di Como a m. 199 s. m.	—	20°	6 id.
Lago di Garda a m. 65 s. m.	—	19°	id.

Più che l'altitudine, ha su queste limitate raccolte acquee influenza la *stagione*, come lo dimostrano i seguenti dati raccolti dal De Agostini fra il 5 settembre 1894 e il 1° giugno 1895, messi in rapporto con quelli delle temperature dell'aria (1), prese nello stesso tempo:

Epoca dell'esame			Temperatura dell'aria	Temp. dell'acqua superfic.
5 settemb.	fra le ore	7 e 8,30	19°,5 a 20°	23°,2
9 id.	id.	8 e 10,30	18° a 19°	22°,0
9 id.	id.	10 e 19	19° e 18°	22°,0
18 id.	id.	10,35 e 11,45	17° e 16°,5	20°,0
20 id.	id.	14,45 e 16,30	21° e 20°	20°,8
5 novemb.	id.	13,30 e 14,45	16°,5	14°,8
6 id.	id.	10,30 e 12	14° a 15°	14°,4
9 febbraio	id.	14,20	9°	5°,6
16 id.	id.	13,30	7°	4°,9
22 maggio	id.	17 e 19	18° e 17°	14°,3
1° giugno	id.	10 e 12	19°	18°

Completano questi dati sul lago d'Orta quelli raccolti dal Morozzo fra il 1788 e il 1789, che dànno come temperatura costante fra il 30 agosto e il 10 settembre, alla superficie del lago: 22°,5; e una mia osservazione al 5 agosto 1899, che mi ha dato come temperatura superficiale dell'acqua 25° e dell'aria 27 gradi.

Vi ha dunque un lento, ma graduale passaggio nelle temperature dello strato superficiale dell'acqua, a seconda delle stagioni, con un massimo in principio di settembre ed un minimo alla seconda metà di feb-

(1) G. De-Agostini. *Ricerche batometriche e fisiche sul lago d'Orta.* « Memorie della R. Accademia delle Scienze ». Torino. 1896.

braio: con un ritardo molto sensibile quindi sulle massime e minime dell'aria, ed un'ampiezza di oscillazione di oltre 18°.

Tutta la serie di laghi di cui sopra ho riportato le temperature, dai più alti a venire fino agli artificiali del Gorzente, a circa 630 metri sul mare, gelano nell'inverno, raggiungendo quindi almeno la temperatura di 0°.

Le variazioni *diurne* sono pochissimo sensibili. Dai pochi dati che si hanno del De Agostini e da quelli da me raccolti, si avrebbe al più 1° di differenza. Questo però quando si prende la temperatura in luogo dove la profondità dell'acqua è alquanto grande; se lo spessore dello strato di acqua è piccolo, si possono avere differenze notevolissime.

Sopratutto molto notevoli sono le differenze di temperatura fra le acque alte e basse nelle raccolte più o meno estese.

Nello stesso giorno, 26 luglio, e circa alla stessa ora in cui in un lago della Valle del Sabbione (Lago della Vacca) a m. 2060 s. m., con acque molto profonde, trovavo alla superficie 10°, misuravo invece in altro laghetto superiore, a metri 2100, con strato di acqua sottile, 18°.

Il 13 marzo 1900, fra le ore 14 e 16, in una giornata primaverile, ho fatte parecchie determinazioni di temperature attorno e sul lago morenico di Candia (Ivrea), a m. 226 s. m., senza emissario. La temperatura dell'aria esterna era di 19° e quella del terreno

superficiale, presa pure in più punti, era oscillante attorno a 17°. Riporto alcuni di questi dati:

Acque stagnanti sulla riva paludosa del lago con 10 cm. di profondità . .		14°
» » con 2 a 4 cm. » . .		16°
» » in sottili veli sul suolo . .		18°
» » » » » . .		19°,4
» » » » » . .		21°,2
Nel lago, alla superficie ed in mezzo . . .		9°,2
Dal mezzo a venire verso la sponda aumentava man mano fino ad arrivare presso la riva a		12°

L'acqua stagnante, quanto più si assottiglia nel suo spessore e si avvicina al contatto col terreno, tanto più facilmente si riscalda, acquistando pure temperature superiori a quelle del terreno stesso.

c) *Variazioni della temperatura degli strati profondi delle raccolte liquide naturali od artificiali.* — L'influenza diretta dei raggi solari si fa sentire nelle raccolte di acqua ad una profondità molto maggiore che nel terreno. In questa zona di liquido, in cui penetrano i raggi calorifici, la temperatura varia secondo le stagioni; negli strati più profondi si mantiene costante e lentamente decrescente dall'alto al basso.

Nell'Atlantico lo strato superficiale, con temperatura variabile, è di m. 110 a 150 circa, con differenza in calore da 25°,3, a 15°: nel Pacifico, da 150 a 360, con 10° al livello inferiore.

La seguente figura grafica (fig. 1) di Wyville-Thomson dà un'idea del modo di comportarsi delle

temperature dell'acqua a diverse profondità e a diversa latitudine fra 45° di latitudine nord e 45° di latitudine sud, nell'Atlantico occidentale. A sud dell'Equatore, le isoterme a bassa temperatura seguono un livello più alto che a nord, e sul fondo dello stesso mare vi ha quasi 2° in meno di calore pure a sud che a nord, e ciò in dipendenza delle più ampie comunicazioni che

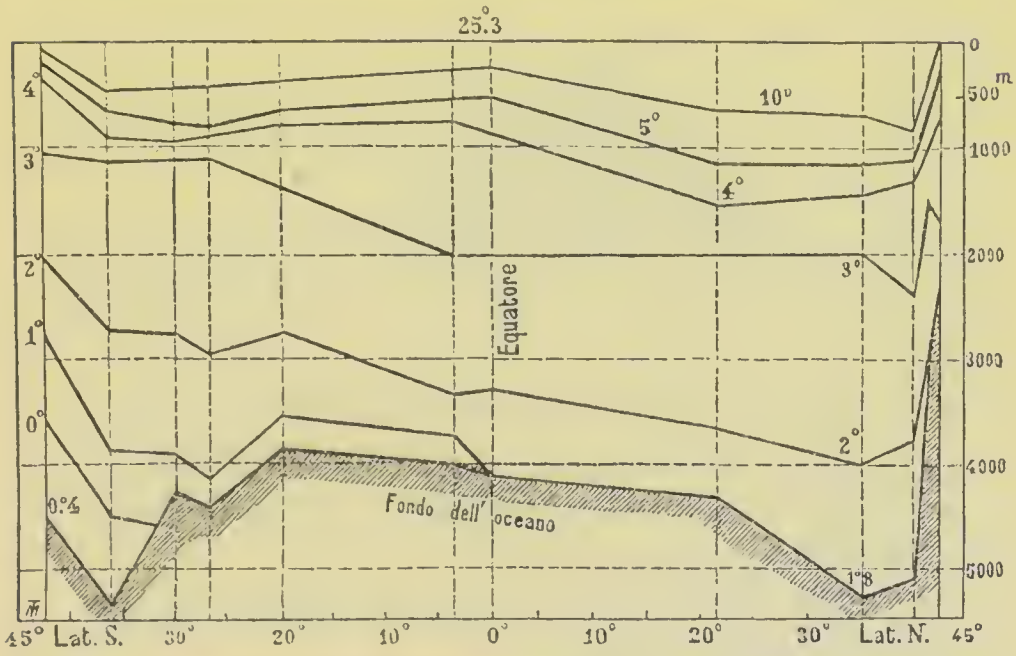


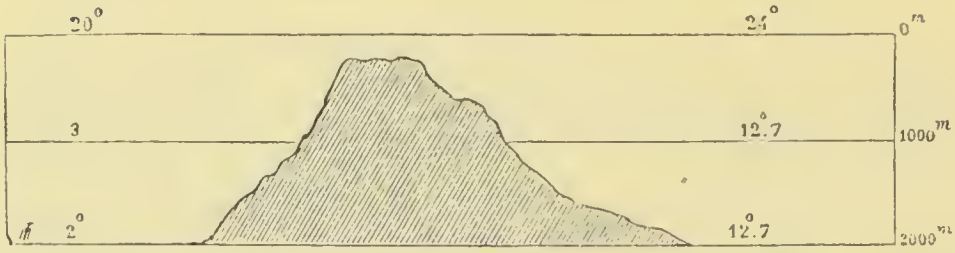
Fig. 1. — Distribuzione delle temperature nell'Atlantico occidentale.

si hanno del mare colle regioni gelate dalla parte del polo australe che del boreale.

Nei mari chiusi la temperatura degli strati profondi è molto più uniforme e corrisponde alla temperatura media locale dell'inverno. Nel Mediterraneo vi ha uno strato a temperatura variabile di 180 a 850 m., sotto il quale sino alla profondità massima si mantiene la stessa temperatura costante e corrispondente alla media

superficiale dell'inverno. Le più forti variazioni di calore si hanno però soltanto nello spessore dei primi 50 metri.

La seguente figura grafica di Kayser (fig. 2) dà un'idea del diverso modo di comportarsi della temperatura a varia profondità nei mari chiusi (Mediterraneo) e mari aperti (Atlantico), alla stessa latitudine (1).



ATLANTICO Fig. 2. MEDITERRANEO

Per i laghi continentali, abbiamo a questo riguardo in Italia e Svizzera dati assai precisi, riferentisi a quelli che si trovano nelle prealpi, raccolti da Forel, Richter e De Agostini (2).

Io ho aggiunto gli stessi dati per un lago alpino e per due laghi artificiali.

Il maggior numero di tali osservazioni si ha pel periodo agosto-settembre, ed esse sono riportate nella seguente Tavola numerica e dimostrate graficamente nella figura 3.

---

(1) ISSEL, *Compendio di geologia*. Torino, 1896.

(2) PR. FOREL, *Ricerche fisiche sui laghi di Insubria*. « Rend. del R. Istit. lombardo di Scienze e Lettere ». Milano, 1889. — E. RICHTER, *Corrispondenza scientifica sul lago di Garda*. « Rivista geografica italiana ». Roma, 1894. — DE-AGOSTINI, loc. cit.

TEMPERATURA DELL' ACQUA A DIVERSE PROFONDITA'
NEI LAGHI PREALPINI ALPINI E ARTIFICIALI
E IN DIVERSE STAGIONI

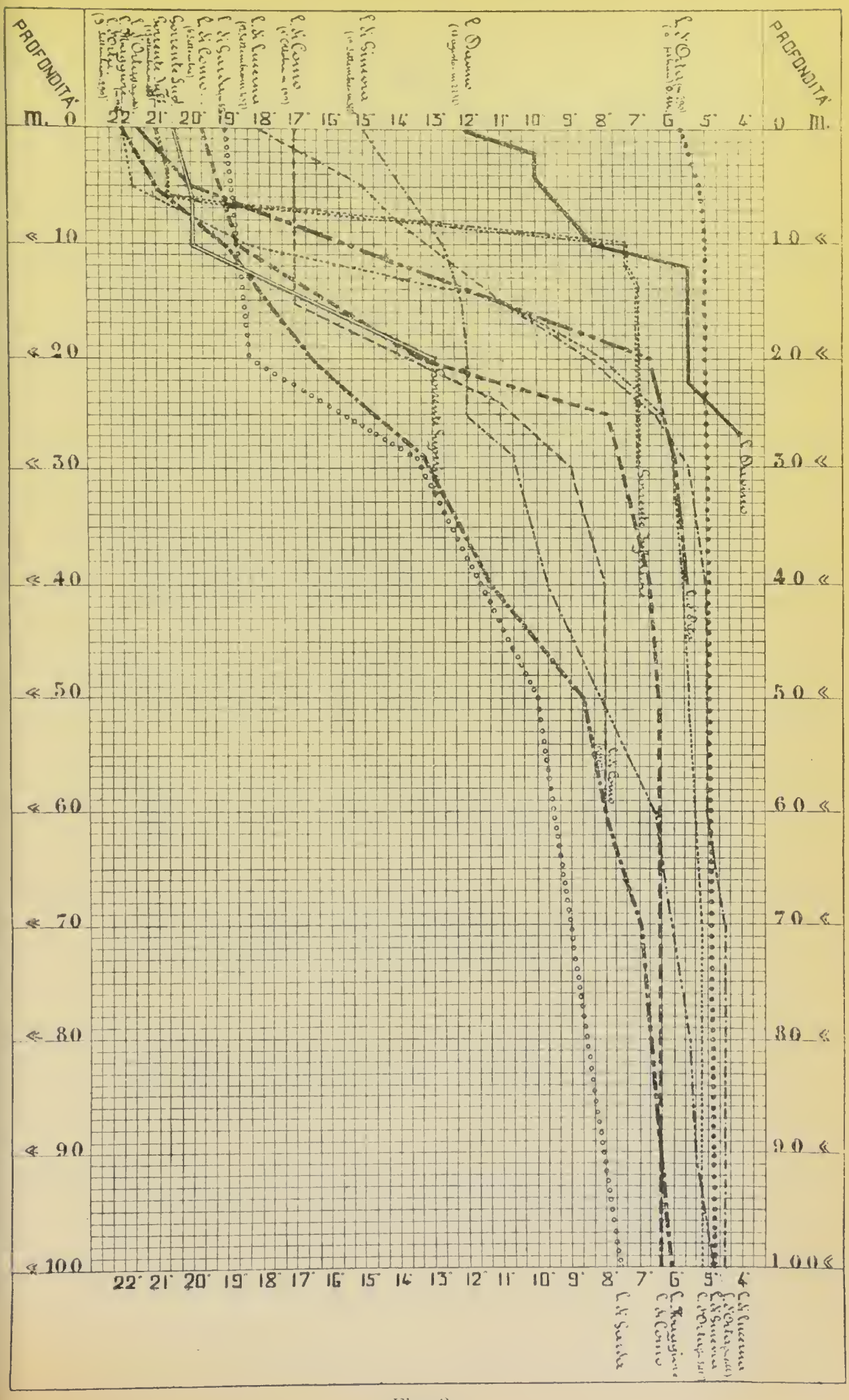


Fig. 3.

Profondità a cui si è presa la temperatura metri	Lago di Ginevra m. 375 s. m. (Forel)	Lago di Orta m. 290 s. m. (De Agostini)	Lago Maggiore m. 194 s. m. (Forel)	Lago di Lugano m. 266 s. m. (Forel)	Lago di Como m. 199 s. m. (Forel)	Lago di Garda m. 65 s. m. (Richter)	Lago Davino m. 2234 s. m. (Pagliani)	Lago artif. inferiore Gorzente m. 630 s. m. (Pagliani)
0	14°,9	22°,0	22°,0	21°,5	20°,0	19°,0	12°,0	21°,0
2	=	=	=	=	=	=	10°,0	=
4	=	=	=	=	=	=	10°,0	20°,5
6	=	21°,8	20°,8	20°,0	=	=	9°,5	20°,0
8	=	=	=	=	=	=	9°,5	15°,0
10	13°,2	18°,5	19°,1	14°,6	18°,6	=	8°,0	7°,5
12	=	=	=	=	=	=	5°,5	7°,5
14	=	14°,0	=	=	=	=	=	7°,0
16	=	11°,3	=	8°,6	15°,5	=	=	7°,0
18	=	=	=	=	=	=	=	=
20	=	8°,0	16°,6	6°,8	13°,4	18°,0	=	=

22	=	=	=	=	=	=	5°,5	7°,0
26	12°	6°,2	15°,0	6°,3	8°,0	=	4°,0 (fondo)	=
30	10°	6°,0	13°,9	6°,0	7°,4	13°,8		7°,0 (fondo)
40	9°,8	5°,7	11°,3	5°,6	6°,8	=	=	=
50	=	5°,5	8°,5	5°,6	6°,6	10°,0	=	=
60	5°	5°,4	8°,1	=	=	=	=	=
70	=	5°,2	7°,1	5°,5	6°,5	=	=	=
100	5°	5°,2	6°,1	5°,4	6°,4	7°,7	=	=
120	=	5°,2	5°,9	5°,4	6°,2	=	=	=
140	=	5°,2	=	5°,4	=	=	=	=
150	=	=	5°,7	5°,3	6°,1	=	=	=
180	=	=	=	=	6°,1	=	=	=
240	=	=	=	5°,3	=	7°,7	=	=
300	=	=	=	=	=	=	=	=
350	=	=	5°,7	=	=	=	=	=
410	=	=	=	=	6°,1	=	=	=

Come risulta dai dati qui riportati, nella stagione estivo-autunnale a cui si riferiscono le indagini fatte, si verifica una stratificazione termica, che segue una legge abbastanza costante.

In regola generale, vi ha un primo strato più o meno forte con differenze molto piccole di temperatura a diversi livelli; quindi ad un tratto vi ha una rapida discesa nella temperatura negli strati successivi, per arrivare poi presto ad un punto dove essa di poco muta, anche negli strati più profondi. Lo spessore del primo strato è vario nei diversi laghi, ed il salto che si verifica nella temperatura degli strati immediatamente successivi è anche diversamente marcato.

Per il lago d'Orta, ad es., differisce poco la temperatura dell'acqua per i primi dieci metri, variando solo fra 22° e 18°,5; ma fra 10 e 20 metri si ha un salto di circa 10° (da 18°,5 a 8°): dopo di che, anche scendendo negli strati più profondi, a 140 m., non diminuisce più che di 3°, raggiungendosi un minimo di 5°,2.

Questo fenomeno si ripete pure ben distinto per il lago Davino, a m. 2234 s. m., e per il lago inferiore artificiale del Gorzente, a m. 630 s. m.

Nel primo si va per uno strato superiore di 16 m. con una differenza progressiva di temperatura fra 12° e 8° soltanto; ma, improvvisamente poi, fra 10 e 12 m., si passa da 8° a 5°,5, e tale resta la temperatura fino a 22 m., non abbassandosi oltre che a 4°, a 26 metri, presso al fondo del lago. Per il lago artificiale inferiore del Gorzente, si ha uno strato superficiale di 6 m. con temperatura da 21° a 20°; poi

d'un colpo da 6 a 8 m. si discende a 15°, e da 8 a 10 metri a 7°,5, per rimanere poi tale la temperatura fino al fondo per oltre 20 metri.

Lo stesso fatto si ripete, ma alquanto meno marcato, per gli altri laghi studiati, e meno che in tutti nei laghi Maggiore e di Ginevra. La ragione di queste differenze credo di averla bene appurata studiando in confronto il lago superiore coll'inferiore del Gorzente, in un momento in cui tutte le altre condizioni erano perfettamente eguali, ad eccezione di ciò, che nel primo era attivata la presa dell'acqua in circa 450 a 500 litri al 1″ e riceveva pure un piccolo affluente di acqua dai monti circostanti; mentre il secondo era da molti giorni lasciato in perfetta tranquillità.

Il diverso modo di presentarsi delle temperature a corrispondenti profondità nei due laghi, apparisce chiaramente dalla tabella seguente:

Profondità metri	Lago superiore t. c°.	Lago inferiore t. c°.
0	20 ,5	21°,0
6	20°,0	20°,0
8	20°,0	15°,0
10	20°,0	8°,5
12	18°,0	7°,5
14	=	7°,0
16	15°,0	7°,0
18	=	7°,0
20	13°,0	7°,0

La presa dell'acqua si faceva nel lago superiore a 16 metri sotto il livello superficiale attraverso alla

diga e quindi nella parte più a valle e profonda del lago: la temperatura dell'acqua uscente era di 13°.

Mentre nel lago inferiore vi è evidente e molto marcato il salto della temperatura fra 8 e 10 m., nel superiore quel salto non si verifica punto. Nel lago superiore si ha inoltre un più avanzato riscaldamento dell'acqua negli strati più profondi.

Nel lago Lemano (m. 375 s. m.) la temperatura dell'acqua è progressivamente decrescente di circa 1°, in media, per ogni 5 metri di approfondamento, senza alcun salto fino ad oltre 100 metri, dopo il quale punto la temperatura resta pressochè eguale fino a 350 metri (4°,7). Anche in questo lago manca la stratificazione termica, caratteristica nella stagione estiva per la generalità dei laghi naturali ed artificiali, come nel lago superiore della condotta del Gorzente, e molto probabilmente una delle ragioni sta pure in ciò che, anche pel lago Lemano, funziona continuamente una forte presa di acqua per l'alimentazione idrica di Ginevra, ad una certa profondità.

Basta evidentemente questo movimento di corrente che si deve stabilire ad un dato punto della profondità del lago, per disturbare quell'equilibrio piuttosto labile di spessi strati di acqua sovrapponentisi con differenze così grandi di temperatura. Certo non si deve disconoscere che in estate, a misura che si toglie acqua a bassa temperatura dagli strati più profondi, questa non può essere che rimpiazzata dall'acqua più calda dei superficiali, o da quella che anche calda affluisce dal bacino pluviale del lago stesso.

Se si osservano del resto le curve delle temperature dei laghi di Garda, Como, Maggiore, Lugano

e Lucerna, in confronto con quelle dei laghi di Orta, Davino, Gorzente Inferiore, si può pure riconoscere che, molto probabilmente, il fatto di essere i primi attraversati continuamente da correnti acquee, solcati da battelli a vapore e forse anche più soggetti a burrasche, disturba in qualche modo la stratificazione termica tipica, che si ripete solo bene nei secondi che si trovano in una condizione senza paragone migliore per tranquillità.

La stratificazione termica nelle raccolte di acqua è per altra parte un fatto transitorio, che si inizia colla primavera, si accentua nell'estate ed in autunno, ed in inverno scompare, acquistando l'acqua per quasi tutto il suo spessore la stessa bassa temperatura.

Questo fatto si manifesta molto chiaramente nelle seguenti due serie di cifre, riferentisi ai dati raccolti dal De Agostini nel lago di Orta, la prima al 5 settembre 1894, e la seconda al 16 febbraio 1895.

Profondità (metri)	Massima	Minima	Differenza
0	23°,2	4°,9	18°,3
5	23°,1	4°,8	18°,3
10	22°,0	4°,8	17°,2
15	14°,0	4°,8	9°,2
20	8°,0	4°,8	3°,2
25	6°,8	4°,8	2°,0
30	6°,0	4°,8	1°,2
40	5°,8	4°,8	1°,0
50	5°,5	4°,8	0°,7
60	5°,4	4°,8	0°,6
80	5°,2	4°,8	0°,4

Come per il terreno, anche per le raccolte acquee dei laghi, si hanno differenze sempre decrescenti fra le temperature massime e minime annuali col crescere della profondità; queste differenze sono però molto più forti negli strati superiori e continuano a essere tali anche ad una profondità dalla superficie assai maggiore, che per il terreno stesso. Mentre, infatti, nel suolo si incontra una temperatura costante annuale fra 20 e 30 metri circa, in queste raccolte di acque continentali vi ha ancora a 20 m. una differenza di 3°,2; a 30 m., di 2°,0 e fino ad 80 di 0°,4 di grado. Secondo Forel, l'influenza del calore esterno vi si farebbe sentire fino a 120 a 150 metri, oltre alla quale profondità non si avrebbe più stratificazione termica, ma temperatura costante in qualunque epoca dell'anno.

Deduzioni per l'igiene pubblica. — Da questi dati, finora raccolti, sulle temperature dei laghi naturali e artificiali, parmi si possa dedurre, intanto, nell'interesse dell'igiene pubblica, i due seguenti insegnamenti, riguardo alle prese d'acqua da farsi in tali riserve d'acqua.

1. Nella stagione estiva la stratificazione termica caratteristica e specialmente la formazione di strati di salto molto marcati nella temperatura dei laghi sia naturali che artificiali in perfetto riposo, viene profondamente alterata dalla derivazione che si faccia di acqua in un qualche punto della loro profondità; per cui non è ad aspettarsi di avere in estate una temperatura nella presa corrispondente a quella che si riscontrerebbe nel lago non usufruito, al livello

a cui la presa viene fatta, ma una temperatura molto superiore (mentre pei laghi del Gorzente, a 16 metri di profondità, si avrebbe, senza derivazione di acqua, una temperatura di 7°, si ha colla derivazione, invece, una temperatura di 13°);

2. L'acqua dei laghi diviene nell'inverno freddissima, sia alla superficie che a grande profondità, in rapporto colla temperatura dell'aria esterna.

In confronto dunque colle sorgenti e colle falde sotterranee a una certa profondità, per le quali si hanno differenze di pochi gradi nell'anno, i laghi sia naturali che artificiali, dànno un'acqua che anche solo per la sua temperatura è molto inferiore in bontà, essendo relativamente calda in estate e troppo fredda in inverno. (Dal lago di derivazione dell'acqua di Boston si è osservato oscillare la temperatura superficiale fra 0°,5 il 2 gennaio e 28° il 2 luglio: alla profondità di m. 10,50 era negli stessi giorni, rispettivamente, 1°,0 e 9°,3).

L'inconveniente di una bassa temperatura dell'acqua in inverno può farsi molto grave, quando si tratta di laghi o serbatoi dove l'acqua gela in inverno per uno spessore più o meno grande; in questo caso, l'acqua che si ricava deve necessariamente avere una temperatura molto prossima allo 0°, come ho osservato per un emissario di un lago gelato di montagna. Una condotta d'acqua che abbia la sua presa a quella temperatura e debba percorrere un lungo tragitto in un terreno raffreddato pure per le condizioni climateriche esterne, deve naturalmente portare l'acqua

stessa all'abitato ad un grado molto vicino a quello della congelazione; di qui pericoli gravi per la condotta e per le diramazioni nelle case ed inconvenienti igienici ed economici per gli utenti, specialmente per le città a clima piuttosto rigido.

Se infatti è già sempre un problema il difendere i tubi delle diramazioni dagli scoppi per gelo dell'acqua, quando questa arriva all'abitato, ad una temperatura che si avvicina ai 6° od 8°, sarà ben più difficile tale bisogna, se l'acqua stessa arriva a temperatura prossima allo 0°.

Per quanto riguarda l'uso, si sa che l'acqua troppo fredda, al di sotto di 7° ad 8°, è male sopportata dall'organismo ed è anche poco consigliabile nella stagione calda, quando pure si ha bisogno di sottrarre calorìe al corpo; in inverno, è naturale che l'inconveniente sarà tanto più sentito, quando appunto ci troviamo invece molto bene coll'uso dell'acqua che abbia una temperatura di 15° a 18°. L'avere l'acqua a molto bassa temperatura d'inverno importa pure un maggior consumo di combustibile per riscaldarla; dal che ne deriva per parecchi mesi e per una grande massa di popolazione un danno economico abbastanza rilevante, e tale da doversene tenere buon conto nella scelta di una derivazione per alimentazione idrica di un agglomerato di popolazione.

L'INGEGNERE IGIENISTA

RIVISTA QUINDICINALE D'INGEGNERIA SANITARIA

DIRETTORI:

LUIGI PAGLIANI
Professore d'Igiene nella R. Università
e nella Scuola d'Applicazione
per gl'Ingegneri di Torino

CARLO LOSIO
Ingegnere Civile
Membro del Consiglio Sanitario
della Provincia di Torino

COLLABORATORI:

Prof. ing. V. Baggi, *Torino* — Ing. R. Bentivegna, *Roma*
Dott. Bertarelli, *Torino* — Prof. sen. Bizzozero, *Torino* — Ing. C. Boggio, *Torino*
Prof. dott. Bordoni-Uffreduzzi, *Milano* — Ing. A. Cadel, *Venezia*
Ing. V. Canetti, *Vercelli* — Ing. R. Canevari, *Roma* — Ing. L. Castiglia, *Palermo*
Prof. dott. E. Fazio, *Napoli* — Prof. ing. Fichera, *Catania*
Ing. arch. G. Giachi, *Milano* — Ing. E. Lemmi, *Firenze*
Prof. ing. L. Lombardi, *Torino* — Prof. dott. L. Manfredi, *Palermo*
Ing. G. Masera, *Milano* — Prof. S. Pagliani, *Palermo* — Ing. E. Passaro, *Napoli*
Ing. G. Podesti, *Roma* — Prof. ing. G. A. Reycend, *Torino*
Ing. dep. Romanin Jacur, *Padova* — Prof. dott. Simonetta, *Siena*.

REDATTORE CAPO:

Ing. GIONATA FASSIO

Condizioni d'abbonamento.

Per l'Italia, all'anno L. 12,00 — Per l'Estero, L. 15,00
Un numero separato, L. 1,00

DIREZIONE E REDAZIONE: Via Arcivescovado, 19
AMMINISTRAZIONE: Tip. e Lit. Camilla e Bertolero, Via Ospedale, 18
TORINO